

Rec'd PCT/PTO 07 DEC 2004  
PCT/JP03/09170  
10/517141  
18.07.03

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 05 SEP 2003

WIPO PC

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2002年11月13日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2002-328951  
[ST. 10/C]: [JP2002-328951]

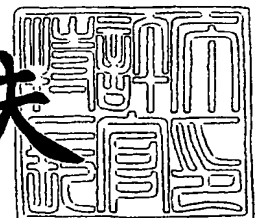
出 願 人  
Applicant(s): 本田技研工業株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 8月22日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特2003-306872C

【書類名】 特許願

【整理番号】 11542

【提出日】 平成14年11月13日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H02K 3/04  
H02K 3/00

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 本田技術  
研究所内

【氏名】 永野 正雄

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 本田技術  
研究所内

【氏名】 小澤 勝

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【住所又は居所】 東京都港区南青山二丁目1番1号

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089266

【弁理士】

【氏名又は名称】 大島 陽一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 047902

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9715829

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スロットレス永久磁石式回転電機及びその巻線製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 永久磁石を有する概ね円筒形の回転子と、  
前記回転子を囲繞する固定子鉄心と、  
前記回転子と前記固定子鉄心との間に、前記回転子との間に隙間をあけて設けられた巻線とを有するスロットレス永久磁石式回転電機であって、  
前記巻線は、隣接する巻きが前記回転子の周方向に部分的に重なり合うようにずれて全体的に前記周方向に延在しており、  
前記巻線は長寸の断面を有する導体からなり、前記導体の前記断面の長手方向軸が半径方向に沿って配置されていることを特徴とするスロットレス永久磁石式回転電機。

【請求項 2】 前記導体が、断面が短辺と長辺を有する概ね長方形の平角線からなり、前記長辺が前記半径方向に沿って配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載のスロットレス永久磁石式回転電機。

【請求項 3】 前記導体がリッツ線からなることを特徴とする請求項 2 に記載のスロットレス永久磁石式回転電機。

【請求項 4】 前記導体は、その概ね長方形の断面の四隅が丸められていることを特徴とする請求項 2 に記載のスロットレス永久磁石式回転電機。

【請求項 5】 スロットレス永久磁石式回転電機の巻線の製造方法であって、前記巻線は、断面が短辺と長辺とを有する概ね長方形の平角線をエッジワイズ巻してなり、当該方法は、

前記平角線の前記短辺と略等しい直径を有する第 1 丸線と、前記第 1 丸線より大きな直径を有する第 2 丸線とを長寸の板状巻芯に螺旋状に巻き付け、前記板状巻芯の軸線方向断面でみたときこれら第 1 丸線と第 2 丸線が前記板状巻芯の軸線方向に交互に且つ互いに密接して位置するようにする過程と、

前記第 1 丸線を前記板状巻芯から取り外す過程と、

前記第 1 丸線を取り外すことで生じた隙間に沿って、前記平角線をその長辺が前記板状巻芯の軸線と直交するようにして前記板状巻芯に巻き付ける過程と、

前記第 2 丸線を前記板状巻芯から取り外す過程と、を有することを特徴とする巻線の製造方法。

【請求項 6】 前記巻線が、前記スロットレス永久磁石式回転電機に装着された状態で電気角において 180 度離れて位置する 2 つのコイル部と、これらコイル部を連絡する渡り線とを有し、前記平角線の前記巻芯への巻き付け過程において、前記 2 つのコイル部で前記平角線が逆方向に巻き付けられることを特徴とする請求項 5 に記載の巻線の製造方法。

【請求項 7】 前記平角線がリッツ線からなることを特徴とする請求項 5 または請求項 6 のいずれかに記載の巻線の製造方法。

【請求項 8】 前記第 2 丸線を前記板状巻芯から取り外す過程の後、前記巻線の一巻きが概ね円または多角形をなすように前記巻線を変形する過程を更に有することを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれかに記載の巻線の製造方法。

【請求項 9】 前記巻線を変形する過程が、前記巻線を前記板状巻芯から取り外し、前記板状巻芯より幅の狭い第 2 の板状巻芯に嵌装する過程と、

所定の形状の端部を有する第 1 の押圧部材と、前記第 1 の押圧部材の前記端部の所定の形状と補完的な形状を有する端部を備えた第 2 の押圧部材を、それら端部が前記巻線のそれぞれの端部に対向するように配置する過程と、

前記第 1 及び第 2 の押圧部材を前記第 2 の板状巻芯の表面に沿って互いに向かって移動させ、これら第 1 及び第 2 の押圧部材で前記巻線を両端から加圧する過程とを有することを特徴とする請求項 8 に記載の巻線の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、スロットレス永久磁石式回転電機及びその巻線の製造方法に関する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

従来、発電機やモータなどの回転電機において、トルクリプル（またはコギングトルク）を低減するため、固定子鉄心が巻線を収容するためのスロットを有

しない、いわゆるスロットレス構造を用いたものが知られている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1のスロットレスモータでは、巻線の占積率を高めるため断面が円形の丸導体の代わりに断面が長方形の平角導体（平角線）を用いて巻線を形成している。また、平角導体は内周側から外周側に渦巻き状に巻かれている。これに対し、特許文献2には、コア付きスロットレスモータにおいて、コアレスモータで用いられるようないわゆる六角巻きの巻線を用いるための好適な巻線の製造方法が開示されている。六角巻きの巻線では、各巻きは同じ大きさの概ね六角形をなし、隣接する巻きは回転子の周方向に部分的に重なるようにずらして配置され（分布巻ということもある）、全体として薄い周方向に延在する円筒形の巻線が形成される。特許文献2には、コアレスモータで用いられる巻線形態として六角巻きの他に、菱形巻き及びハネカム巻きが開示されている。

#### 【0003】

図1～図3に、典型的なスロットレス永久磁石式発電機の構成を示す。図1はスロットレス永久磁石式発電機の模式的な分解斜視図、図2は模式的な軸線方向断面図、図3は図2のラインI I I—I I Iに沿った断面図である。図示されているように、スロットレス永久磁石式発電機1は、永久磁石2を有する概ね円筒形状のシャフト（回転子）3と、回転子3を取り囲むように配置された固定子鉄心4と、回転子3の外周面との間にエアギャップを形成するように固定子鉄心4の内周面に固定された巻線5とを有する。回転子3は図示しない軸受けに回転可能に支持されており、回転子3を回転させることで巻線5に電圧を誘起することが可能となっている。巻線5は通常、互いに電気角で120度位相のずれたU、V、Wの3相の電圧を生成するため、3つの独立した巻線を有する。各相の巻線は導体がコイル状に巻かれたコイル部を有し、コイル部の各巻きが隣接する巻きに対して回転子の回転方向にずらして配置され全体として周方向に延在している。この例では各巻きの形状は菱形であり、巻線は菱形巻線となっている。このようなスロットレス永久磁石式発電機1は小型の発電機を製造するのに適しているが、高出力を得るには回転子3を高速回転する必要がある。

#### 【0004】

図4（a）は、図3の部分拡大図であり、各相の巻線が正方形の断面を有する

導体10からなる場合を示している。導体10は図示しない絶縁材料により被覆されている。図4(a)の断面図において、導体10は内層と外層の2層に分布しているが、これは導体10が重ね巻きされていることを示すものであり、各相において導体10は単一の巻線をなすように巻かれている。ただし、各相の単一の巻線は、例えば回転子3に設けられる永久磁石2が1つのN極及びS極を有する2極発電機の場合、回転子3の周りに180度離れた位置に配置され渡り線を介して互いに直列に接続された2つのコイル部を有し得る。このように、各相の巻線が正方形の断面形状を有する単一の導体10からなるものとした場合、銅損を低減するには導体10の断面積を大きくする必要がある。しかしながら、導体10の断面積を大きくすると、図4(b)のグラフに示すように、回転子3の回転数の増加に伴い、導体10の断面内において渦状に流れる電流によって生じる渦電流損が急激に増加し（通常、回転子3の回転数の1.6～1.8乗で増加する）、高速回転域において発電機1の効率が大きく低下する。

#### 【0005】

一般に、渦電流は導体10の断面積を小さくするにつれて小さくなる。そこで、図5(a)に示すように、巻線5をより小さな面積（例えば約1/4）の正方形の断面の導体10aにより形成することが考えられる。この場合、導体10aの断面積が小さくなったことに伴う銅損の上昇を極力抑えるため、各相に対し巻線を例えば2つ形成し、これら2つの巻線を並列に接続するのが通常である。このようにすると、図5(b)のグラフに示すように、回転子3の回転数の上昇に伴う渦電流損の増加は低く抑えることができる。しかしながら、回転子3の回転数の増加に伴い、各相毎に並列に接続された2つの巻線の起電力に差が生じ、これら2つの巻線を循環して電流が流れることによる循環電流損が発生するため、やはり、高速回転域における損失を抑制することができない。循環電流損が生じないように各相毎に1つの巻線のみを使用すると、導体の断面積減少により、銅損が大幅に増加してしまう。

#### 【0006】

尚、チョークコイルなどにおいて、断面が長方形の平角導体をエッジワイズ巻きすることが知られている（特許文献3参照）。また、誘導加熱コイルにおいて

断面が平角状に圧延されたリッツ線を用いることが知られている（特許文献4参照）。

#### 【0007】

##### 【特許文献1】

特開2002-272049号公報

##### 【特許文献2】

特開2002-247791号公報

##### 【特許文献3】

特開2002-203438号公報

##### 【特許文献4】

特開2000-215972号公報

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記したような従来技術の問題点を解決するためのものであり、本発明の主な目的は、小型高出力で低損失の回転電機を提供することである。

#### 【0009】

本発明の第2の目的は、銅損の大幅な増加を生じることなく、高速回転域における損失を大幅に低減することが可能なスロットレス永久磁石式回転電機を提供することである。

#### 【0010】

本発明の第3の目的は、上記したようなスロットレス永久磁石式回転電機の巻線を形成するための好適な方法を提供することである。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するため本発明に基づくと、永久磁石（52）を有する概ね円筒形の回転子（53）と、回転子を圍繞する固定子鉄心（54）と、回転子と固定子鉄心との間に、回転子との間に隙間をあけて設けられた巻線（55）とを有するスロットレス永久磁石式回転電機であって、巻線は、隣接する巻きが回転子の周方向に部分的に重なり合うようにずれて全体的に周方向に延在しており、且



つ、巻線は長寸の断面を有する導体（60、60a、60b）からなり、導体の断面の長手方向軸が半径方向に沿って配置されていることを特徴とするスロットレス永久磁石式回転電機が提供される。このようにすることにより、導体断面積の減少による銅損の増加を抑えつつ、高速回転域における渦電流損を低減して、効率のよいスロットレス永久磁石式回転電機を実現することができる。

#### 【0012】

一実施例では、導体は、断面が短辺と長辺を有する概ね長方形の平角線からなり、長辺が半径方向に沿って配置される。

#### 【0013】

導体はリッツ線（60a）からなってもよい。これにより、高速回転域における渦電流損の発生をより一層抑制することができる。

#### 【0014】

また、導体（60b）は、その概ね長方形の断面の四隅が丸められていてもよい。これもまた、高速回転域における渦電流損の発生をより一層抑制するのに効果がある。

#### 【0015】

本発明の別の側面に基づくと、スロットレス永久磁石式回転電機（51）の巻線（55）の製造方法であって、巻線は、断面が短辺と長辺とを有する概ね長方形の平角線（60、60a、60b）をエッジワイズ巻してなり、当該方法は、平角線の短辺と略等しい直径を有する第1丸線（61）と、第1丸線より大きな直径を有する第2丸線（62）とを長寸の板状巻芯（63）に螺旋状に巻き付け、板状巻芯の軸線方向断面で見たときこれら第1丸線と第2丸線が板状巻芯の軸線方向に交互に且つ互いに密接して位置するようにする過程と、第1丸線を板状巻芯から取り外す過程と、第1丸線を取り外すことで生じた隙間に沿って、平角線をその長辺が板状巻芯の軸線と直交するようにして板状巻芯に巻き付ける過程と、第2丸線を板状巻芯から取り外す過程と、を有することを特徴とする巻線の製造方法が提供される。これによると、平角線を容易に且つ精度高くエッジワイズ巻きして概ね平坦な巻線を形成することができるため、巻線を円筒状に巻いてスロットレス永久磁石式回転電機に装着したとき、平角線の長辺が半径方向に沿

って延在するようにすることができる。それにより、銅損の増加を抑えつつ高速回転域における渦電流損を低減して、効率のよいスロットレス永久磁石式回転電機を実現することができる。

#### 【0016】

巻線が、スロットレス永久磁石式回転電機に装着された状態で電気角において180度離れて位置する2つのコイル部と、これらコイル部を連絡する渡り線とを有する場合、平角線の巻芯への巻き付け過程において、2つのコイル部で平角線を逆方向に巻き付けるとよい。これにより、2つのコイル部に誘起される電圧の位相を揃えることができるため、渡り線は2つのコイル部の隣接する端部同士を連結すればよく、渡り線の長さを短くすることができる。

#### 【0017】

平角線は、リッツ線からなってもよい。これにより、高速回転域における渦電流損の発生をより一層抑制することができる。

#### 【0018】

好適には、当該方法は、第2丸線を前記板状巻芯から取り外す過程の後、巻線の一巻きが概ね円または多角形をなすように巻線を変形する過程を更に有する。各巻きの形状は例えば菱形とすることができる。一実施例によると、巻線を変形する過程は、巻線を板状巻芯から取り外し、板状巻芯より幅の狭い第2の板状巻芯(69)に嵌装する過程と、所定の形状の端部を有する第1の押圧部材(70)と、第1の押圧部材の端部の所定の形状と補完的な形状を有する端部を備えた第2の押圧部材(71)を、それら端部が巻線のそれぞれの端部に対向するように配置する過程と、第1及び第2の押圧部材を第2の板状巻芯の表面に沿って互いに向かって移動させ、これら第1及び第2の押圧部材で巻線を両端から加圧する過程とを有する。これにより、各巻きを所望の形状に容易に変形することができる。

#### 【0019】

本発明の特徴、目的及び作用効果は、添付図面を参照しつつ好適実施例について説明することにより一層明らかとなるだろう。

#### 【0020】

**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の好適実施例について図面を参照して説明する。

**【0021】**

図6は、本発明が適用されるスロットレス永久磁石式発電機を示す図3と同様の断面図である。このスロットレス永久磁石式発電機51は、図3～図5に示した従来のスロットレス永久磁石式発電機1と同様に、永久磁石52を有する概ね円筒形状の回転子53と、回転子53を取り囲むように配置された固定子鉄心54と、回転子53の外周面との間にエアギャップを形成するように固定子鉄心54の内周面に固定された巻線55とを有するが、以下に述べるように巻線55を構成する導体60の断面形状が従来と異なっている。

**【0022】**

図7(a)に示すように、このスロットレス永久磁石式発電機51では、導体60が長寸の断面を有する。より詳細には、導体60は、長辺と短辺を有する長方形の断面の平角線からなる。例えば、図7(a)に示した導体60の長辺は、図4(a)に示した導体10の正方形の断面の一辺と同じとし、短辺は概ね3分の1とすることができる。また、図7(a)に示すように導体60はその長手方向軸（または長辺）が回転子53の半径方向に沿って配置されている。

**【0023】**

図7(b)は、図7(a)に示した実施例における回転子53の回転数と巻線55における損失の関係を示すグラフである。図示されているように、図7(a)に示すような導体60を用いることにより、銅損の増加を抑えつつ回転子53の高速回転域における渦電流損の増加を大幅に抑制することができる。別の言い方をすると、断面積が同じとすると、導体60の断面形状を長方形としその長辺が半径方向に沿うようにすることにより、断面形状が正方形である場合に比べて、銅損は同じで、渦電流損を大幅に低減することができる。

**【0024】**

図8(a)は本発明の別の実施例を示す図7(a)と同様の部分拡大断面図であり、図8(b)は図8(a)に示す実施例における回転子53の回転速度と損失との関係を示すグラフである。図8(a)の巻線用導体60aは図7(a)の

導体60と同様に、長方形の断面形状を有し、その長辺が半径方向に沿って配置されているが、図8(a)の導体60aはリッツ線からなる点が異なる。リッツ線とは、個々に絶縁された多くの線を撚って編んだ線であり、本分野ではよく知られている。リッツ線を用いると個々の線の絶縁被膜のため導体60aの面積は図7(a)の導体60に比べて小さくなるので、図8(b)のグラフに示すように、その分銅損が増加する。しかしながら、渦電流損をより効果的に抑制することができることから、非常に高い回転数で用いる場合には、図8(a)の実施例の方が図7(a)の実施例より適している。

#### 【0025】

渦電流は巻線を構成する導体の長方形の断面における角部分に集中する傾向がある。図9(a)は、そのような渦電流の性質を利用して、より効果的に渦電流の低減を図った本発明の更に別の変形実施例を示す図7(a)と同様の部分拡大断面図である。図9(a)の実施例では、導体60bは長方形の角を丸めた断面形状を有している。これにより、図9(b)のグラフに示すように、図7(b)と比べて回転子53の高速回転域における渦電流損を一層抑制することができる。図9(a)の実施例の導体60bは角を丸めた断面形状を有しているため、図7(a)の実施例の導体と比べると若干断面積が減少し、その分、銅損は増加する。一般に、丸めの程度を大きくするにつれ、渦電流損は減少するが、銅損は増加する。

#### 【0026】

図10に、上記した本発明の実施例(図7～図9)及び従来例(図4、図5)における回転子53、3の回転速度と損失との関係をまとめて示す。図示されているように、本発明の実施例では、高速回転域における損失(渦電流損)が大幅に低下し、且つ、低速回転域における損失(銅損)の大幅な増加も抑えられている。

#### 【0027】

次に、図11～図21を参照して、本発明に基づくスロットレス永久磁石式発電機51の巻線55の好適な製造方法について説明する。尚、図11～14において(a)は平面図を、(b)は縦方向部分断面図を示す。

## 【0028】

図11(a)に示すように、最終的に巻線55を構成する断面が長方形の導体60(または60a、60b)の短辺と略等しい直径を有する第1丸線61と、第1丸線61より大きな直径を有する第2丸線62とを長寸の板状巻芯63に螺旋状に巻き付け、図11(b)に示すように、巻芯63の軸線方向(縦方向)断面で見たときこれら第1丸線61と第2丸線62が板状巻芯の軸線方向に交互に且つ互いに密接して位置するようにする。例えば、導体60の断面寸法は0.2×0.6mm(即ち短辺と長辺の比が1:3)、第1丸線61の直径は0.3mm、第2丸線62の直径は0.5mmである。尚、この例では、一相分の巻線が渡り線67(図15参照)で接続された2つのコイル部65、66(図15参照)を有するように、コイル部65、66が形成されるべき位置に対応した軸線方向の2箇所において、第1及び第2丸線61、62が板状巻芯63に巻き付けられている。尚、これらコイル部65、66は、スロットレス永久磁石式回転電機51に装着された状態で電気角において180度離れて位置する。

## 【0029】

続いて、図12に示すように、第1丸線61のみを板状巻芯63から取り外す。

## 【0030】

そうして、図13に示すように、第1丸線61を取り外すことで生じた隙間に沿って、断面長方形の導体60をその長辺が板状巻芯63の軸線と概ね直交するようにして板状巻芯63に巻き付ける(エッジワイズ巻き)。

## 【0031】

導体60を板状巻芯63にエッジワイズ巻きした後、第2丸線62を板状巻芯63から取り外す。このようにして、図14に示すように、軸線方向に隣接する導体片と導体片の間のスペースを精度高く制御しつつ断面長方形の導体60のエッジワイズ加工を実現することができる。

## 【0032】

尚、導体60を板状巻芯63にエッジワイズ巻きするとき、図15(a)に示すように、2つのコイル部65、66において導体60の巻回方向を逆にすると

よい（例えばコイル部65を右巻き、コイル部66を左巻き）。図15（b）のように2つのコイル部65、66において導体60の巻回方向が同じ場合（例えば両方右巻き）、これらコイル部65、66には位相が180度異なる電圧が生成されるため、一方のコイル部65の端を他方のコイル部66の離れた側の端に渡り線67で接続する必要があることから、渡り線67が長くなってしまう。これに対し図15（a）のように2つのコイル部65、66において導体60の巻回方向を逆にすると、両コイル部65、66に生成される電圧の位相をそろえることができ、渡り線67はこれらコイル部65、66の隣接する端部同士を接続すればいいため、渡り線67の長さを短くすることができる。

#### 【0033】

続いて、図16に示すように、巻線60を板状巻芯63から取り外し、一方のコイル部（例えばコイル部65）をより幅の狭い第2の板状巻芯69に嵌装する。この第2の板状巻芯69の表面には端部の形状がV字形のVプレート70と、端部の形状がM字形のMプレート71が、V字形の端部とM字形の端部とが向き合うように且つ第2の板状巻芯69の表面に沿って滑動可能に設けられており、コイル部65は、これらVプレート70とMプレート71の間に配置される。

#### 【0034】

このような状態でVプレート70とMプレート71とを互いに向けて移動させることで、図17に示すように、両プレート70、71間のコイル部65を加圧し、第2の板状巻芯69の表面側に位置するコイル部65の各コイル片（導体片）をV字形に変形させることができる。図示は省略するが、第2の板状巻芯69の裏面にも同様のVプレート及びMプレートが、表側とは逆の配置となるように設けられており、第2の板状巻芯69の裏側においても同様にしてコイル片の加工がなされる。或いは、第2の板状巻芯69の表面側に位置するコイル部65の各コイル片をV字形に変形させた後、Vプレート70及びMプレート71を第2の板状巻芯69からいったん外し第2の板状巻芯69の裏面側に装着し直して、裏面側のコイル片の加工を行っても良い。他方のコイル部66も同様に変形加工する。

#### 【0035】

これにより、コイル部 65、66 を第 2 の板状巻芯 69 から取り外すと、図 18 に示すように、2 つのコイル部 65、66 を有し、各コイル部 65、66 の各巻が概ね菱形をなし、隣接する巻きが互いに長手方向にずれるようにして重なり合って、全体として概ね平坦な一相分の巻線 73 が完成する。

#### 【0036】

図 19 に示すように、図 18 に示したような巻線 73 を、U 相、V 相、W 相の 3 相分形成し、それらの一部が重なるように重ね合わせ、巻線 55 を形成する。そして、図 20 に示すように、巻線 55 を円柱シャフト 75 に巻き付け、円筒形にする。その際、巻線 55 を保護するため、円柱シャフト 75 にポリイミドのテープなどを巻き付けておくといよい。1 回の巻き付けで所望の直径の円筒をなすように巻線 55 を変形させることは困難であるため、実際には、異なる直径の複数の円柱シャフト 75 を用意し、太いものから細いものへと順に巻線 55 を巻き付け、少しずつ巻線 55 の直径を小さくしていくといよい。

#### 【0037】

そうして、巻線 55 の直径がある程度小さくなったら、周囲から加圧することで、さらに直径を所望の値まで小さくする。これは、図 21 に示すように、円柱シャフト 75 に巻いた状態の巻線 55 の周囲に巻線保護用の銅箔テープ及びポリイミドテープを巻き付けた後、3 分割された第 1 円筒治具 76 を外側から取り付け、それを第 1 円筒治具 76 の外径と概ね同じかやや小さい内径を有する第 2 円筒治具 77 内に圧入することによってなされる。第 1 円筒治具 76 として内径の異なるものを複数種類用意し、内径の大きいものから順に使っても良い。このようにして、巻線 55 が完成する。

#### 【0038】

図 22 は、図 8 に示したような、リッツ線からなる、断面が長方形の導体 60a を製造するための好適な方法を示している。図 22 の左上に示すように、まず、複数の例えばエナメル線のような断面形状が丸い細線 80 を撚り、リッツ線 81 を形成する。続いて、図 22 の左下に示すように、リッツ線 81 をポリイミド、エポキシなどの接着剤 82 で含浸し、凹金型 83 に押し込む。そうして、図 22 の右上に示すように上から凸金型 84 で接着剤 82 で含浸されたリッツ線 81

に圧力を加える。凸金型 84 で圧力を加える前は、リッツ線 81 を構成する各細線 80 は丸線であるが、凸金型 84 で加圧すると、図 22 の右下に示すように各細線 80 が変形して角線となり、リッツ線からなる断面が長方形の導体 60a が得られる。

#### 【0039】

本発明を実施例に基づいて詳細に説明したが、これらの実施例はあくまでも例示であって本発明は実施例によって限定されるものではない。当業者であれば特許請求の範囲によって定められる本発明の技術的思想を逸脱することなく様々な変形若しくは変更が可能であることは言うまでもない。例えば、実施例では本発明を発電機として説明したが、本発明をモータに適用することも可能である。また、巻線のコイル部の各巻きを菱形以外に六角形などの別の多角形や概ね円とすることも可能である。

#### 【0040】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によると、スロットレス永久磁石型回転電機において、巻線を断面が長寸の導体から構成し、導体の長手方向軸を半径方向に沿って配置するようにすることで、銅損の大幅な増加を防ぎつつ、高速回転域における渦電流損を大幅に低減して効率のよい回転電機を実現することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

従来のスロットレス永久磁石型発電機を示す分解斜視図。

##### 【図 2】

図 1 のスロットレス永久磁石型発電機の縦方向断面図。

##### 【図 3】

図 2 のライン I I I - I I I に沿った断面図。

##### 【図 4】

図 4 (a) は従来のスロットレス永久磁石型発電機の巻線形態の一例を示す図 3 の部分拡大図であり、図 4 (b) は図 4 (a) に示したような巻線形態を有するスロットレス永久磁石型発電機における回転子回転数と損失の関係を表すグラ



フである。

#### 【図 5】

図 5 (a) は従来のスロットレス永久磁石型発電機の巻線形態の別の例を示す図 3 の部分拡大図であり、図 5 (b) は図 5 (a) に示したような巻線形態を有するスロットレス永久磁石型発電機における回転子回転数と損失の関係を表すグラフである。

#### 【図 6】

本発明が適用されるスロットレス永久磁石型発電機の図 3 と同様の断面図。

#### 【図 7】

図 7 (a) は本発明に基づくスロットレス永久磁石型発電機の巻線形態の好適実施例を示す図 6 の部分拡大図であり、図 7 (b) は図 7 (a) に示したような巻線形態を有するスロットレス永久磁石型発電機における回転子回転数と損失の関係を表すグラフである。

#### 【図 8】

図 8 (a) は本発明に基づくスロットレス永久磁石型発電機の巻線形態の別の実施例を示す図 6 の部分拡大図であり、図 8 (b) は図 8 (a) に示したような巻線形態を有するスロットレス永久磁石型発電機における回転子回転数と損失の関係を表すグラフである。

#### 【図 9】

図 9 (a) は本発明に基づくスロットレス永久磁石型発電機の巻線形態の別の実施例を示す図 6 の部分拡大図であり、図 9 (b) は図 9 (a) に示したような巻線形態を有するスロットレス永久磁石型発電機における回転子回転数と損失の関係を表すグラフである。

#### 【図 10】

本発明に基づくスロットレス永久磁石型発電機の実施例と従来例における回転子回転速度と損失の関係を比較したグラフである。

#### 【図 11】

本発明に基づくスロットレス永久磁石式発電機の巻線の好適な製造方法の一過程を示す図であり、図 11 (a) は平面図、図 11 (b) は図 11 (a) の縦方

向部分断面図である。

【図 1 2】

本発明に基づくスロットレス永久磁石式発電機の巻線の好適な製造方法の一過程を示す図であり、図 1 2 (a) は平面図、図 1 2 (b) は図 1 2 (a) の縦方向部分断面図である。

【図 1 3】

本発明に基づくスロットレス永久磁石式発電機の巻線の好適な製造方法の一過程を示す図であり、図 1 3 (a) は平面図、図 1 3 (b) は図 1 3 (a) の縦方向部分断面図である。

【図 1 4】

本発明に基づくスロットレス永久磁石式発電機の巻線の好適な製造方法の一過程を示す図であり、図 1 4 (a) は平面図、図 1 4 (b) は図 1 4 (a) の縦方向部分断面図である。

【図 1 5】

図 1 5 (a) は本発明に基づくスロットレス永久磁石式発電機の巻線の好適な態様を示す平面図であり、図 1 5 (b) は従来の態様を示す平面図。

【図 1 6】

本発明に基づくスロットレス永久磁石式発電機の巻線の好適な製造方法の一過程を示す平面図。

【図 1 7】

本発明に基づくスロットレス永久磁石式発電機の巻線の好適な製造方法の一過程を示す平面図。

【図 1 8】

本発明に基づくスロットレス永久磁石式発電機の巻線の好適な製造方法の一過程を示す平面図。

【図 1 9】

本発明に基づくスロットレス永久磁石式発電機の巻線の好適な製造方法の一過程を示す平面図。

【図 2 0】

本発明に基づくスロットレス永久磁石式発電機の巻線の好適な製造方法の一過程を示す模式的な斜視図。

【図 2 1】

本発明に基づくスロットレス永久磁石式発電機の巻線の好適な製造方法の一過程を示す模式的な斜視図。

【図 2 2】

リッツ線からなる、断面が長方形の導体を製造するための好適な方法を示す模式図。

【符号の説明】

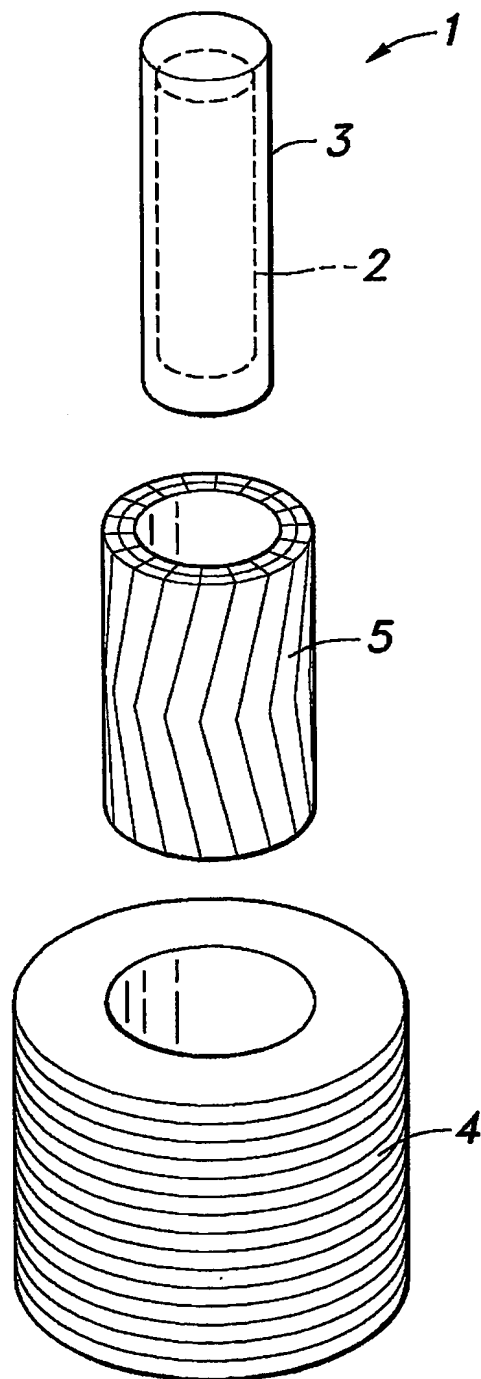
- 1 スロットレス永久磁石式発電機
- 2 永久磁石
- 3 回転子
- 4 固定子鉄心
- 5 巻線
- 10 導体
- 10a 導体
- 51 スロットレス永久磁石式発電機
- 52 永久磁石
- 53 回転子
- 54 固定子鉄心
- 55 巻線
- 60 導体
- 60a 導体
- 60b 導体
- 61 第1丸線
- 62 第2丸線
- 63 板状巻芯
- 67 渡り線
- 65、66 コイル部

- 69 第2の板状巻芯
- 70 Vプレート
- 71 Mプレート
- 73 一相分の巻線
- 75 円柱シャフト
- 76 第1円筒治具
- 77 第2円筒治具
- 80 細線
- 81 リッツ線
- 82 接着剤
- 83 凹金型
- 84 凸金型

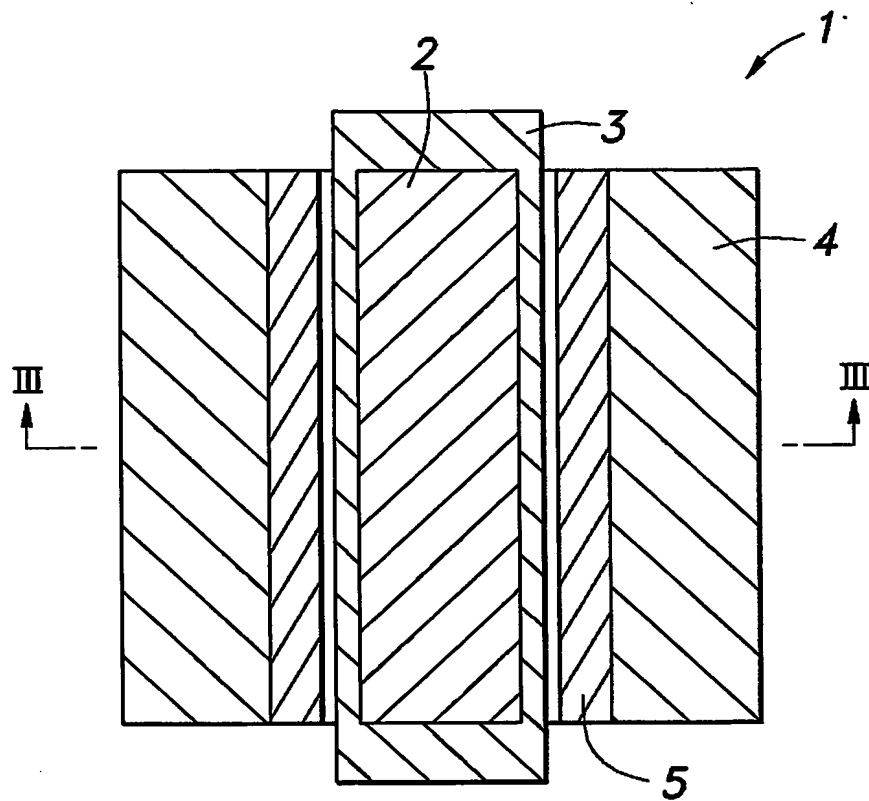
【書類名】

図面

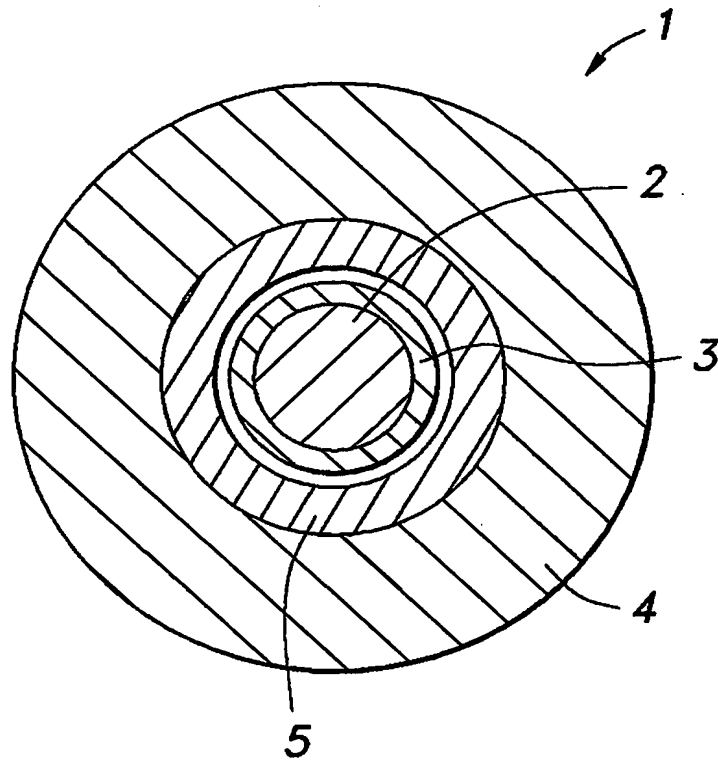
【図1】



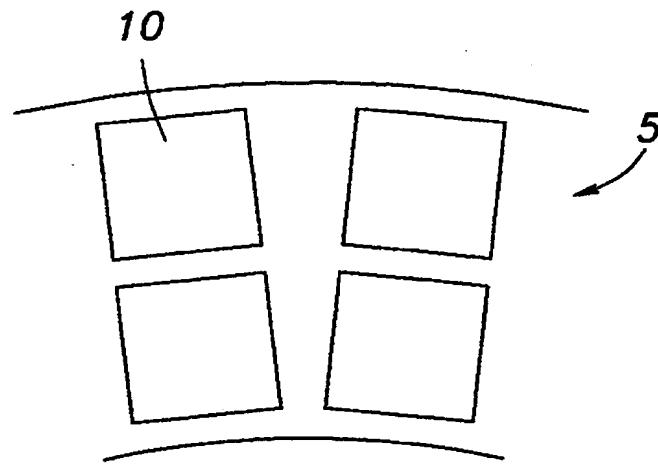
【図 2】



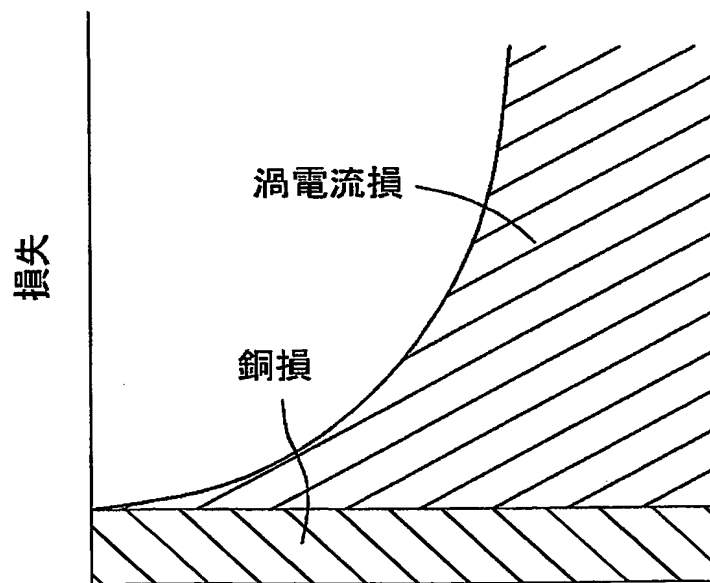
【図3】



【図4】



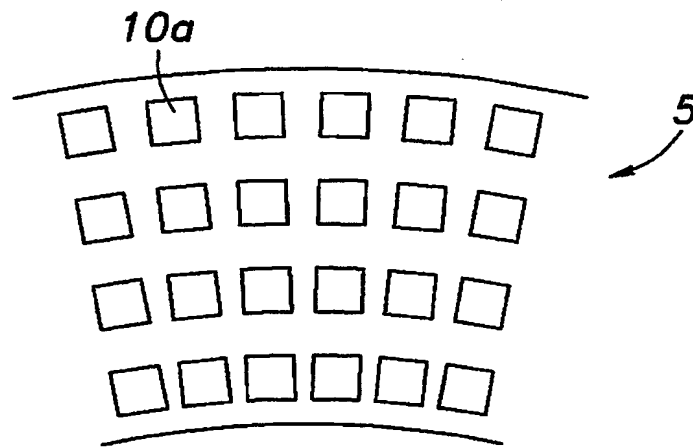
(a)



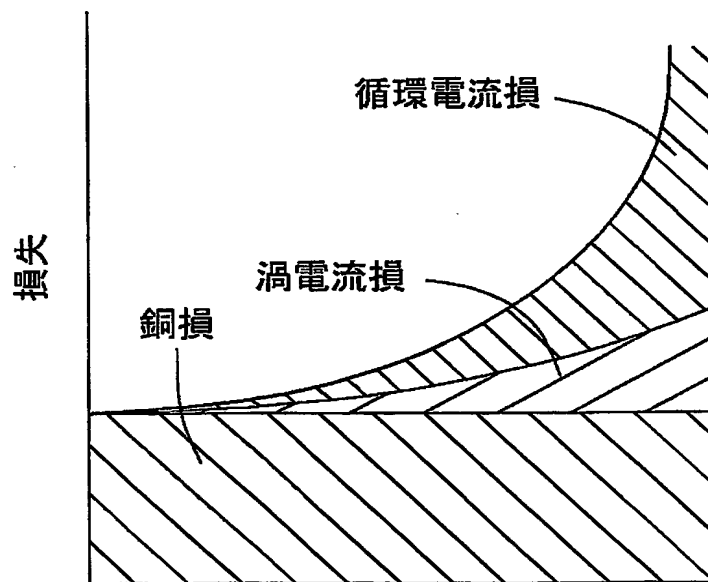
(b)



【図 5】

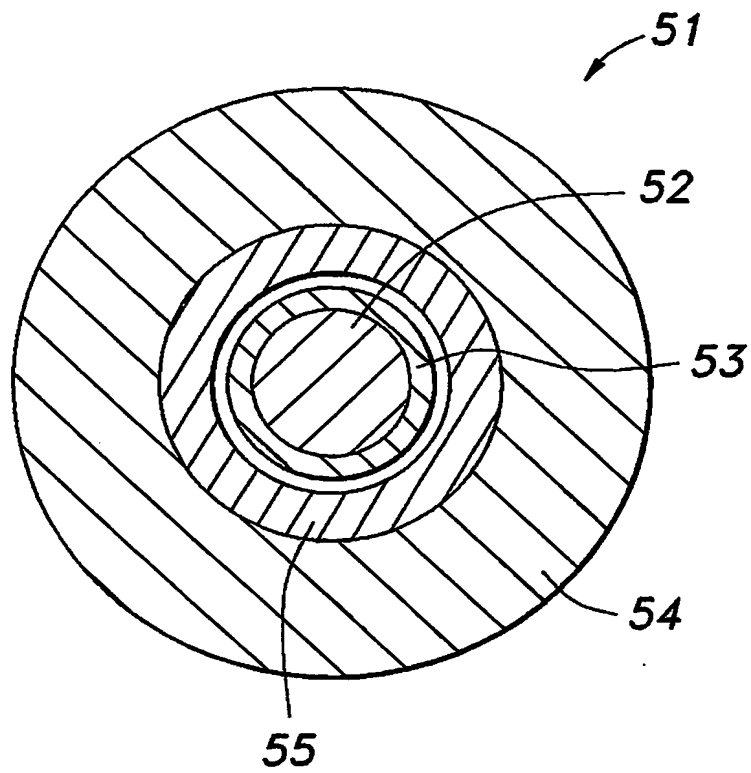


(a)

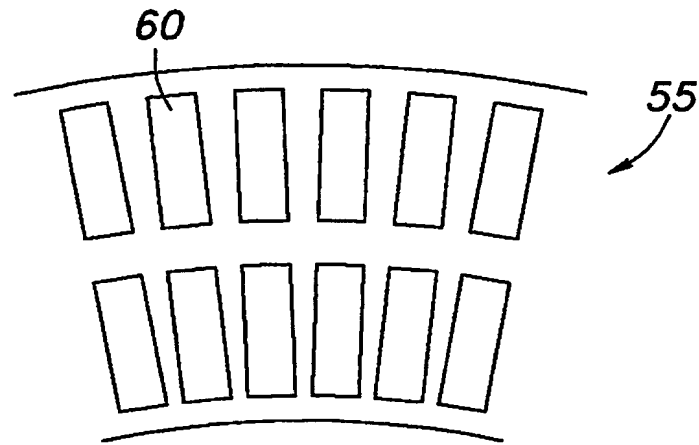


(b)

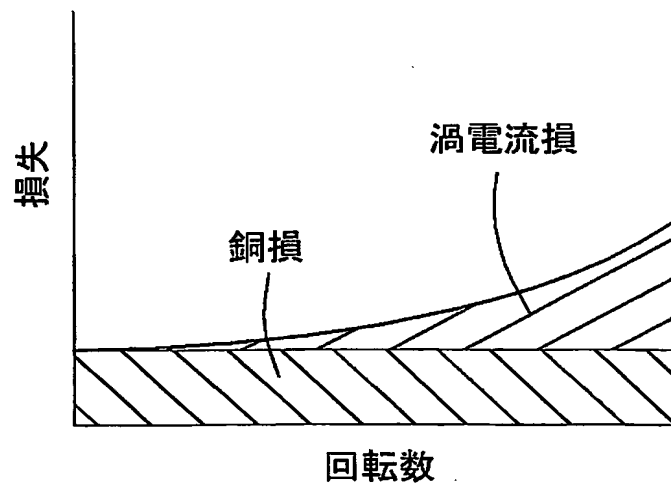
【図 6】



【図 7】

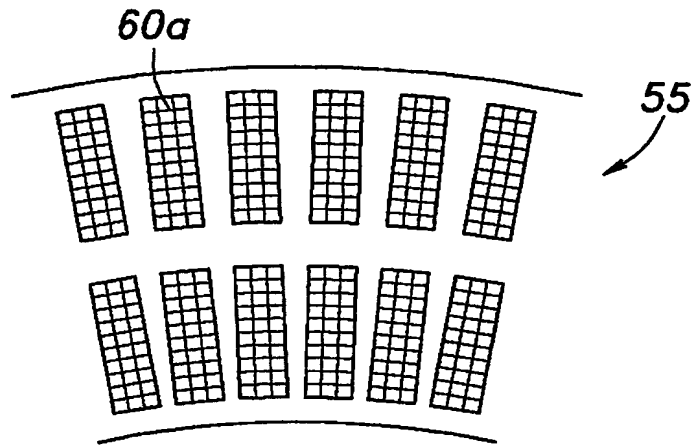


(a)

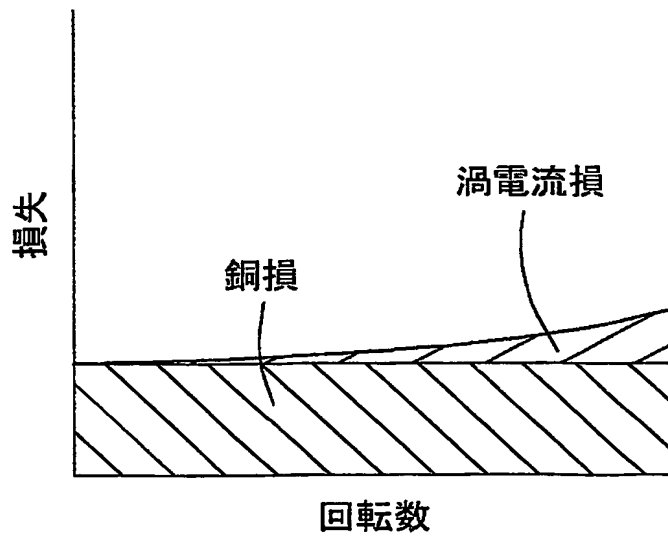


(b)

【図 8】

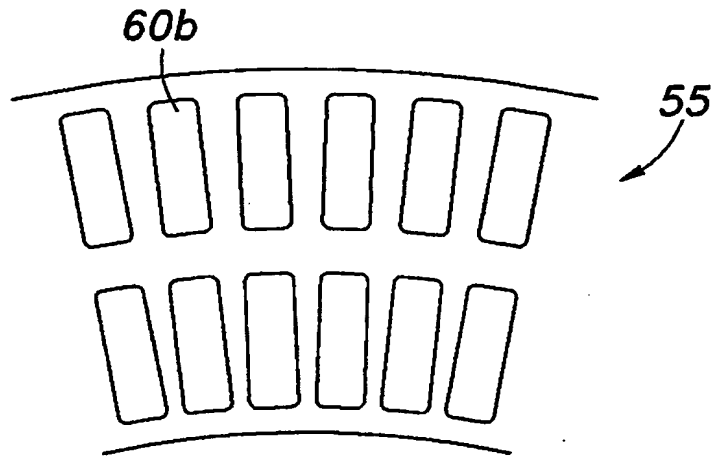


(a)

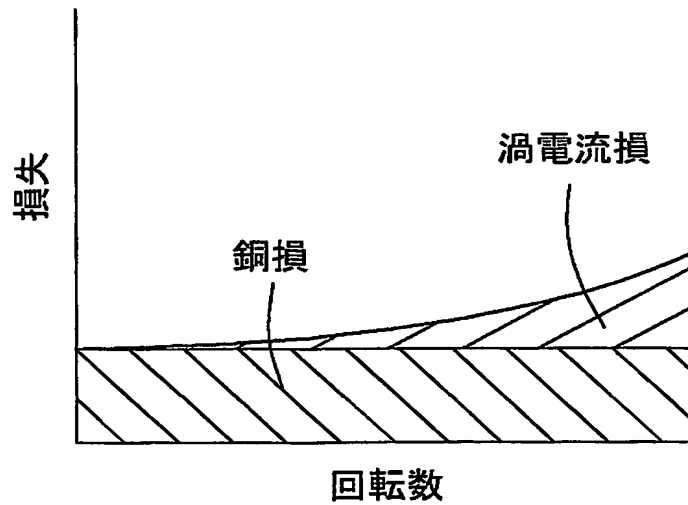


(b)

【図9】

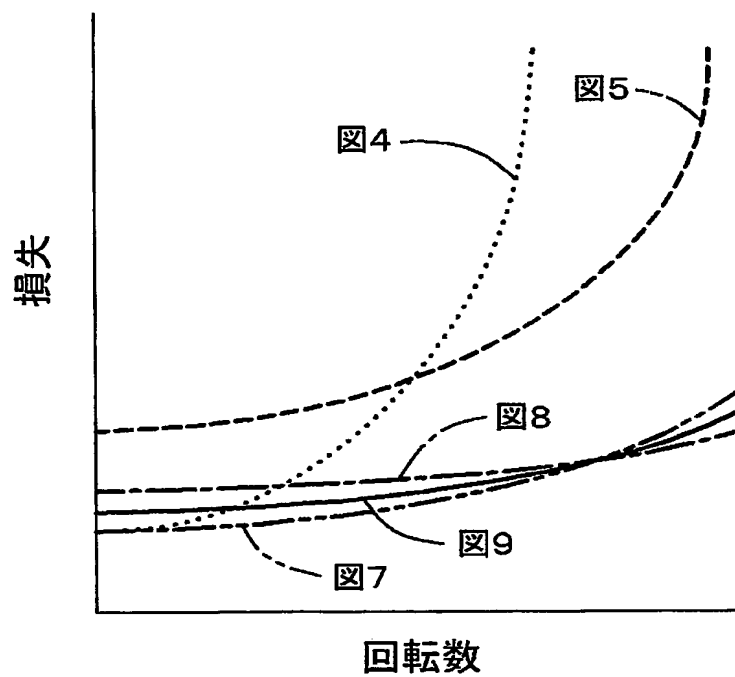


(a)

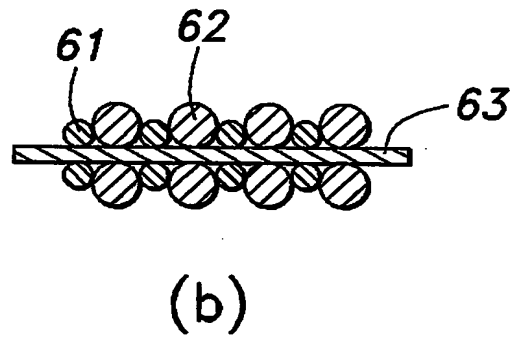
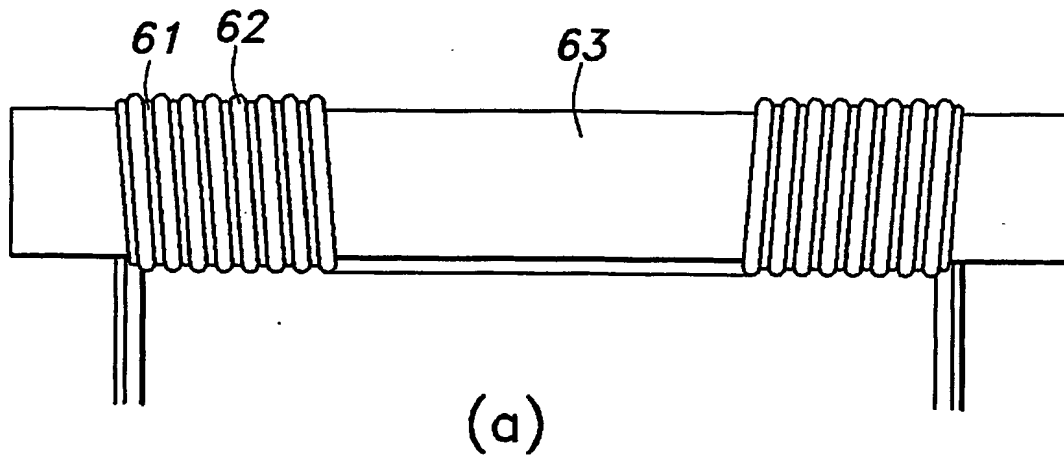


(b)

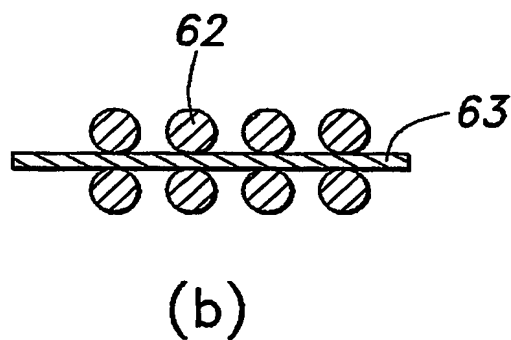
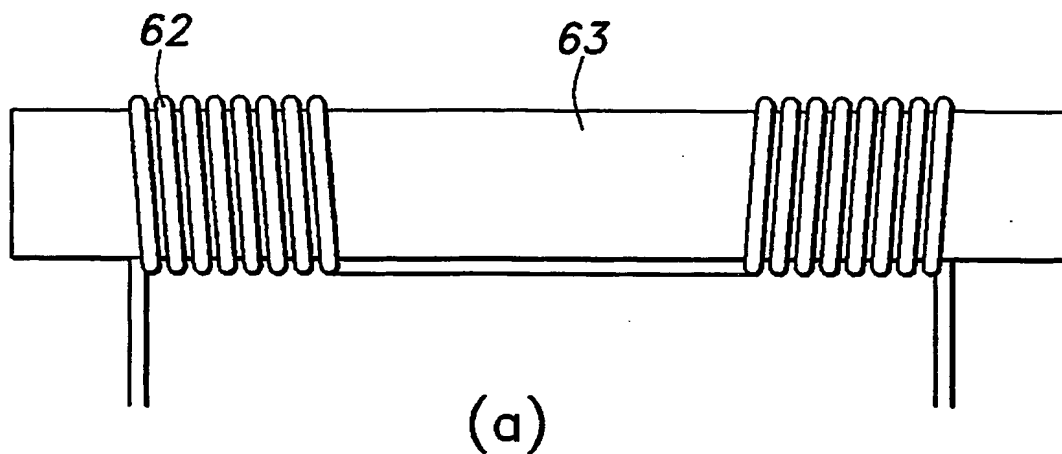
【図10】



【図11】

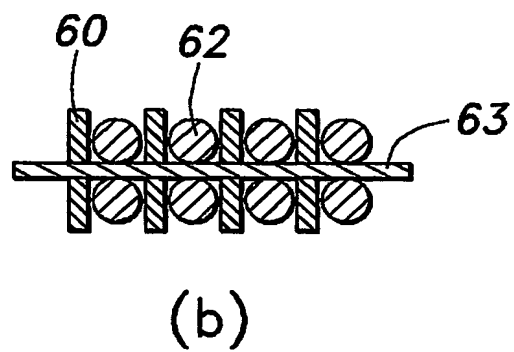
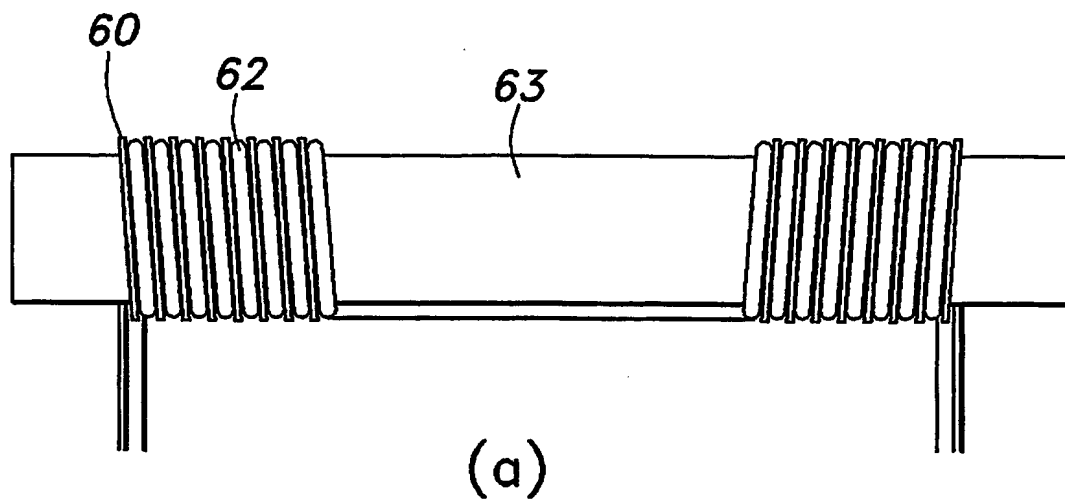


【図 12】

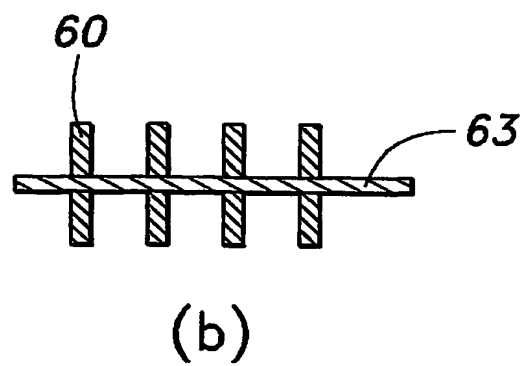
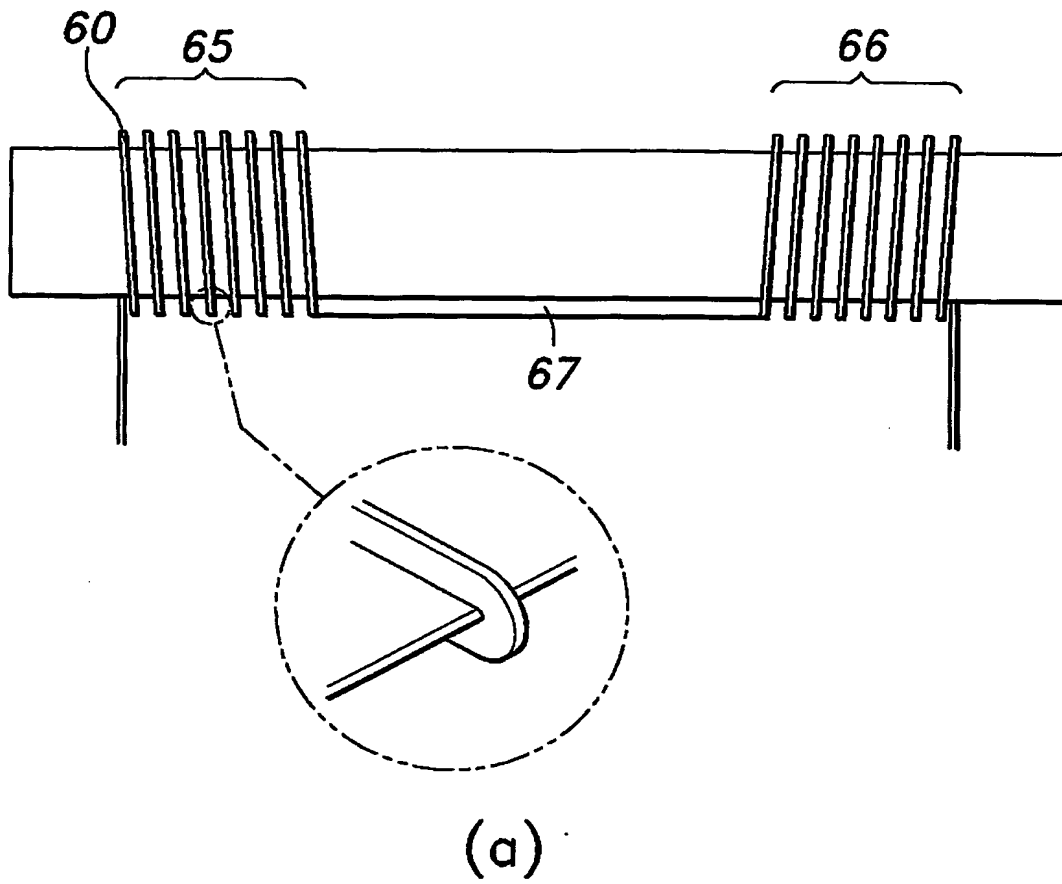




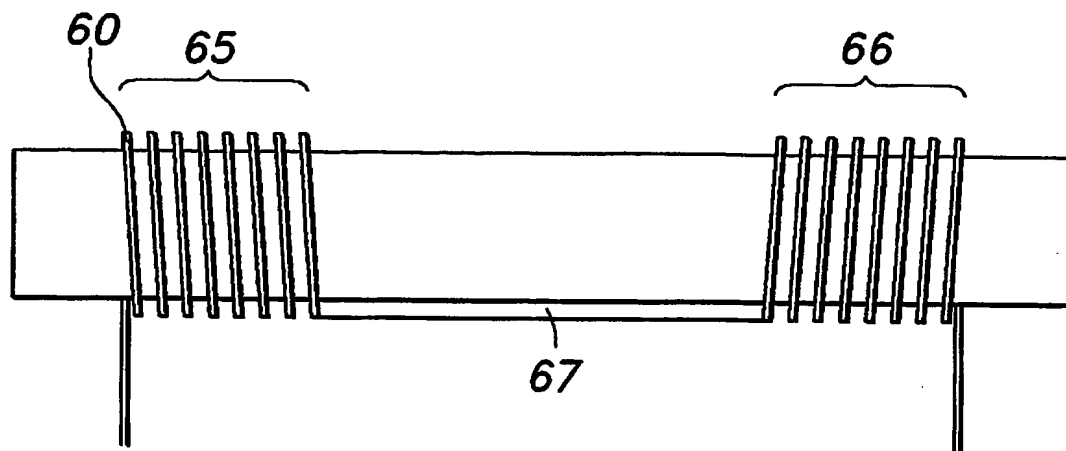
【図13】



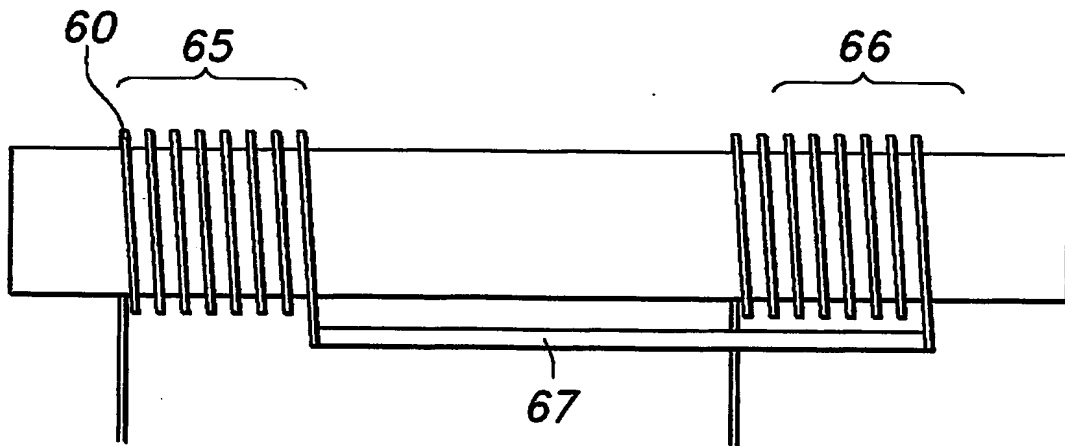
【図 14】



【図15】

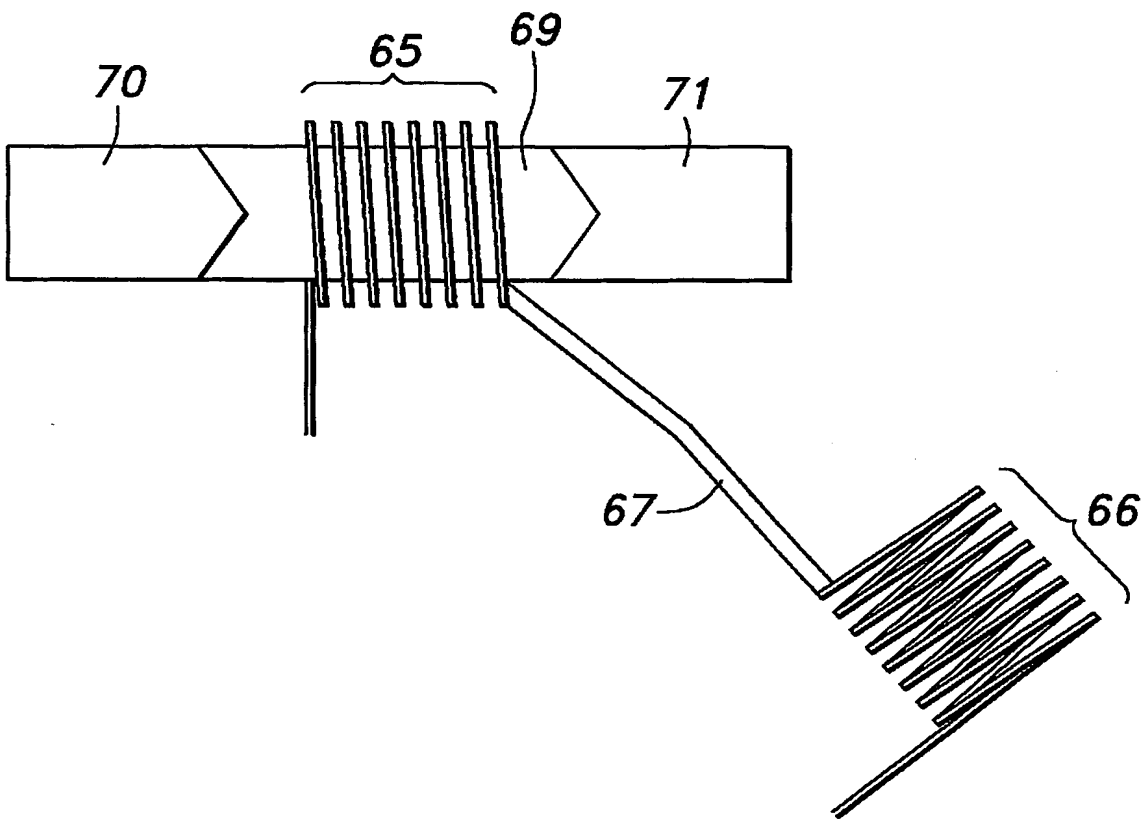


(a)

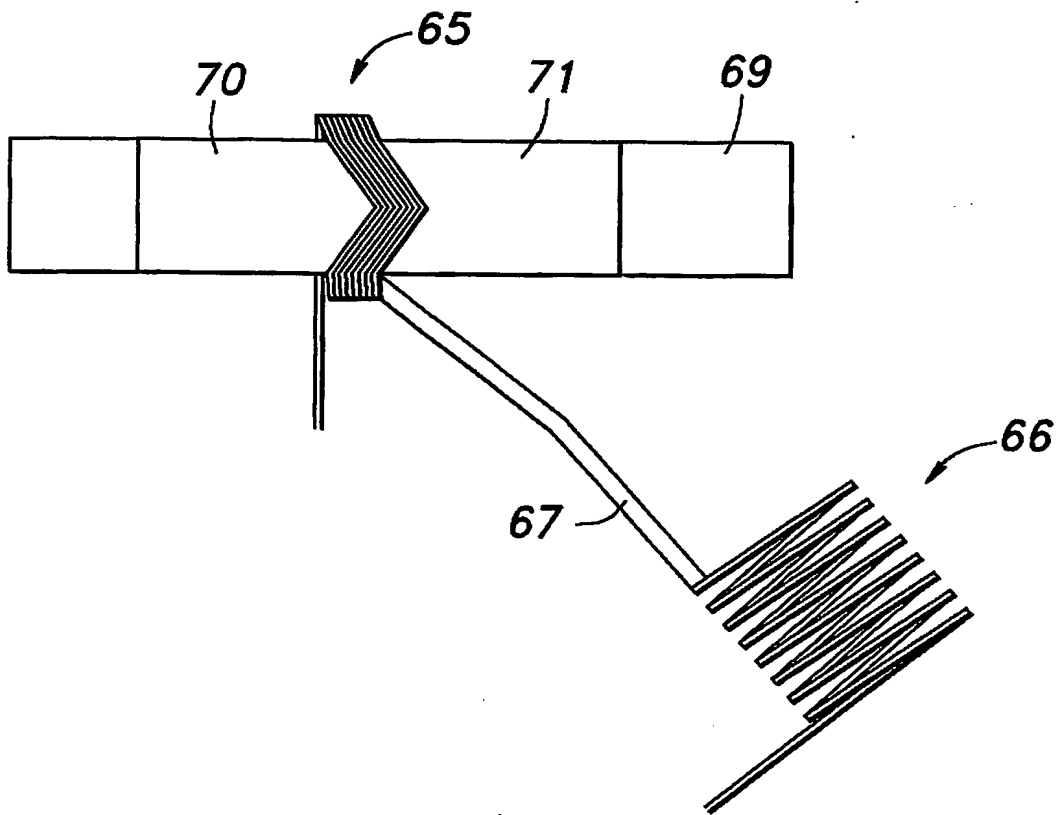


(b)

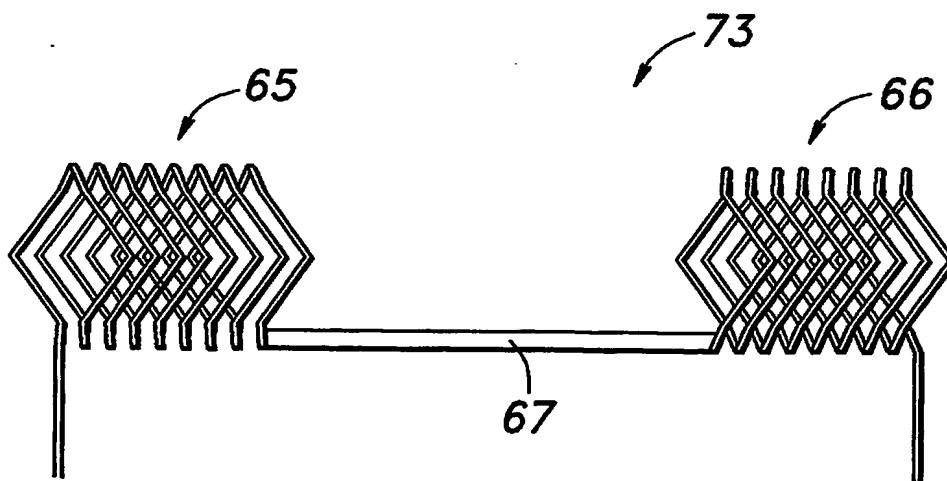
【図16】



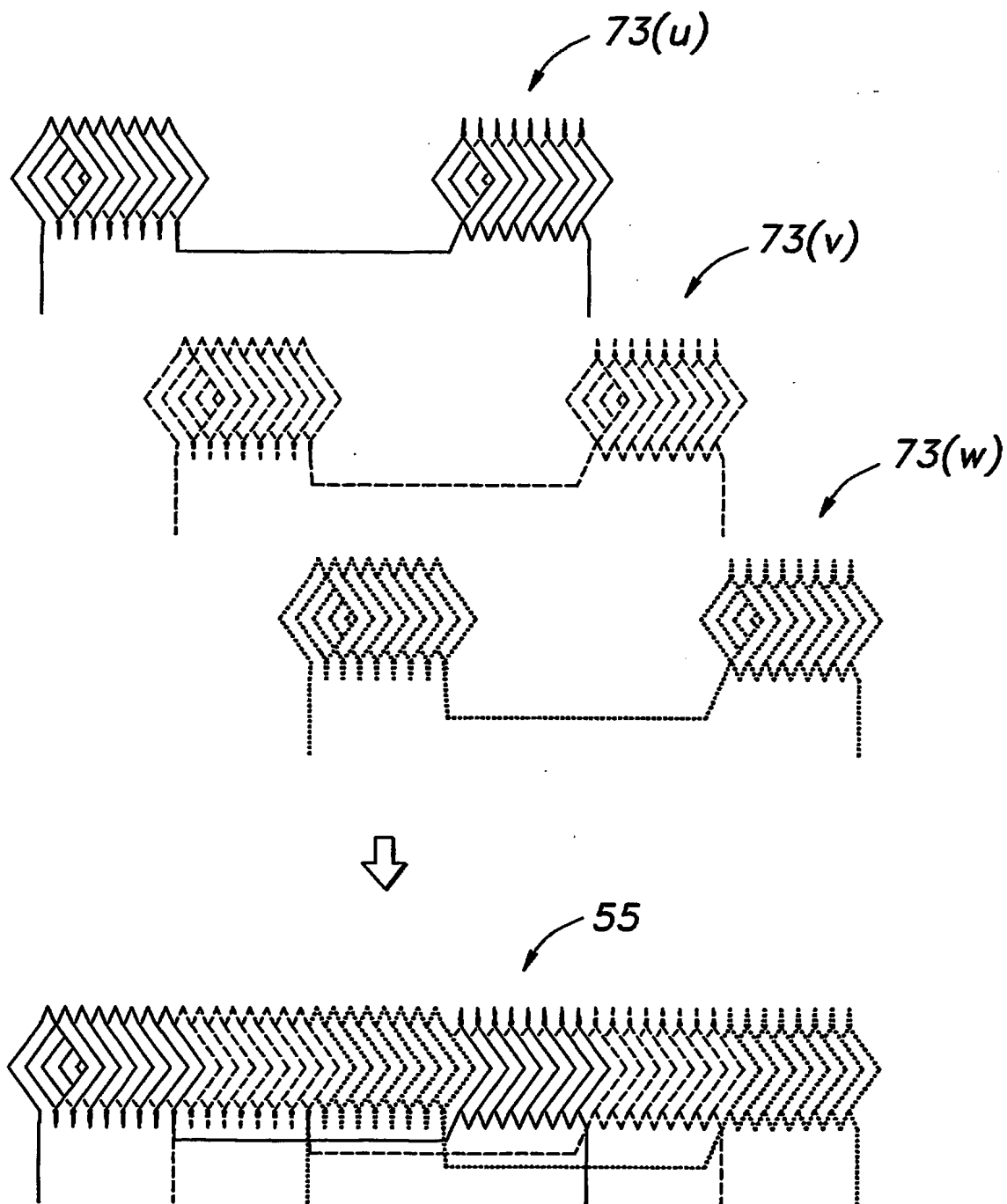
【図17】



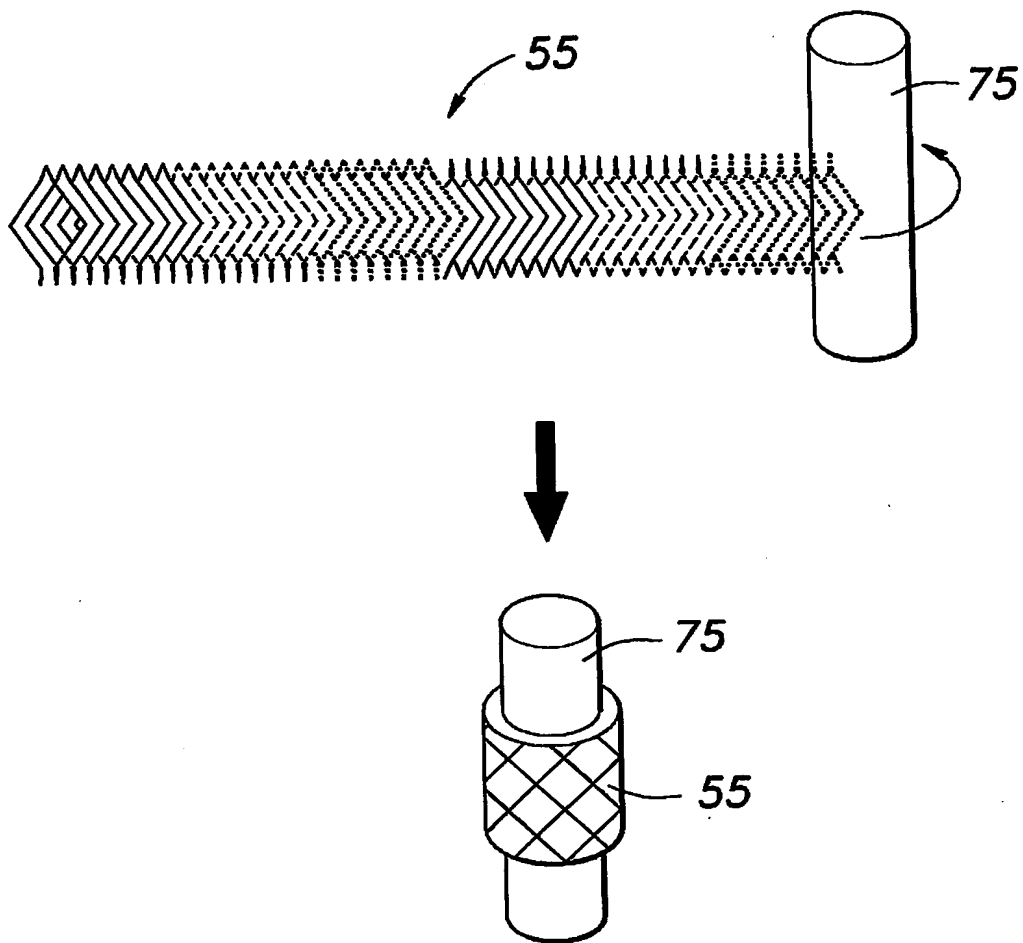
【図18】



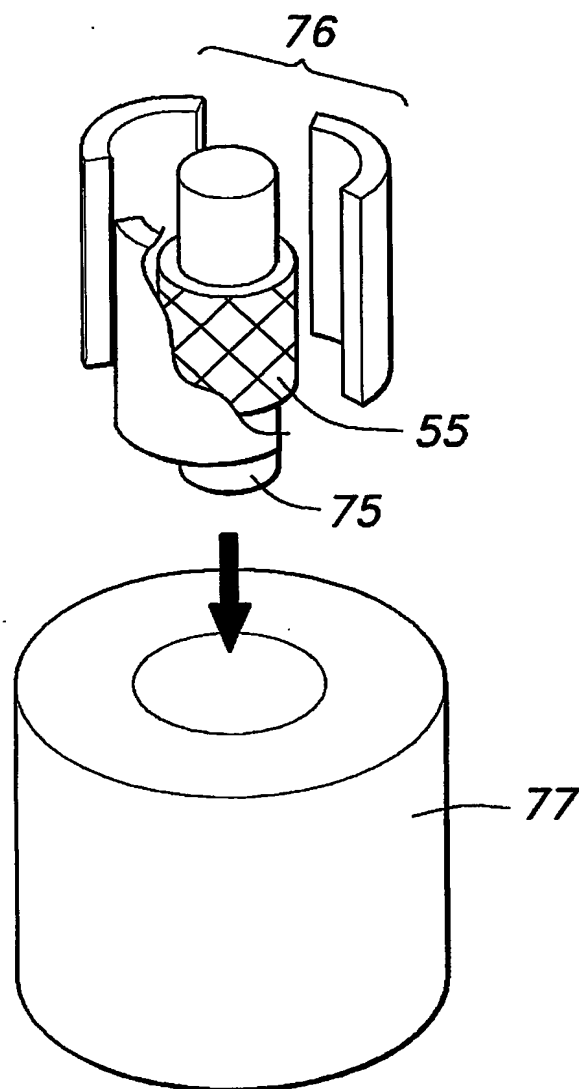
【図 19】



【図20】

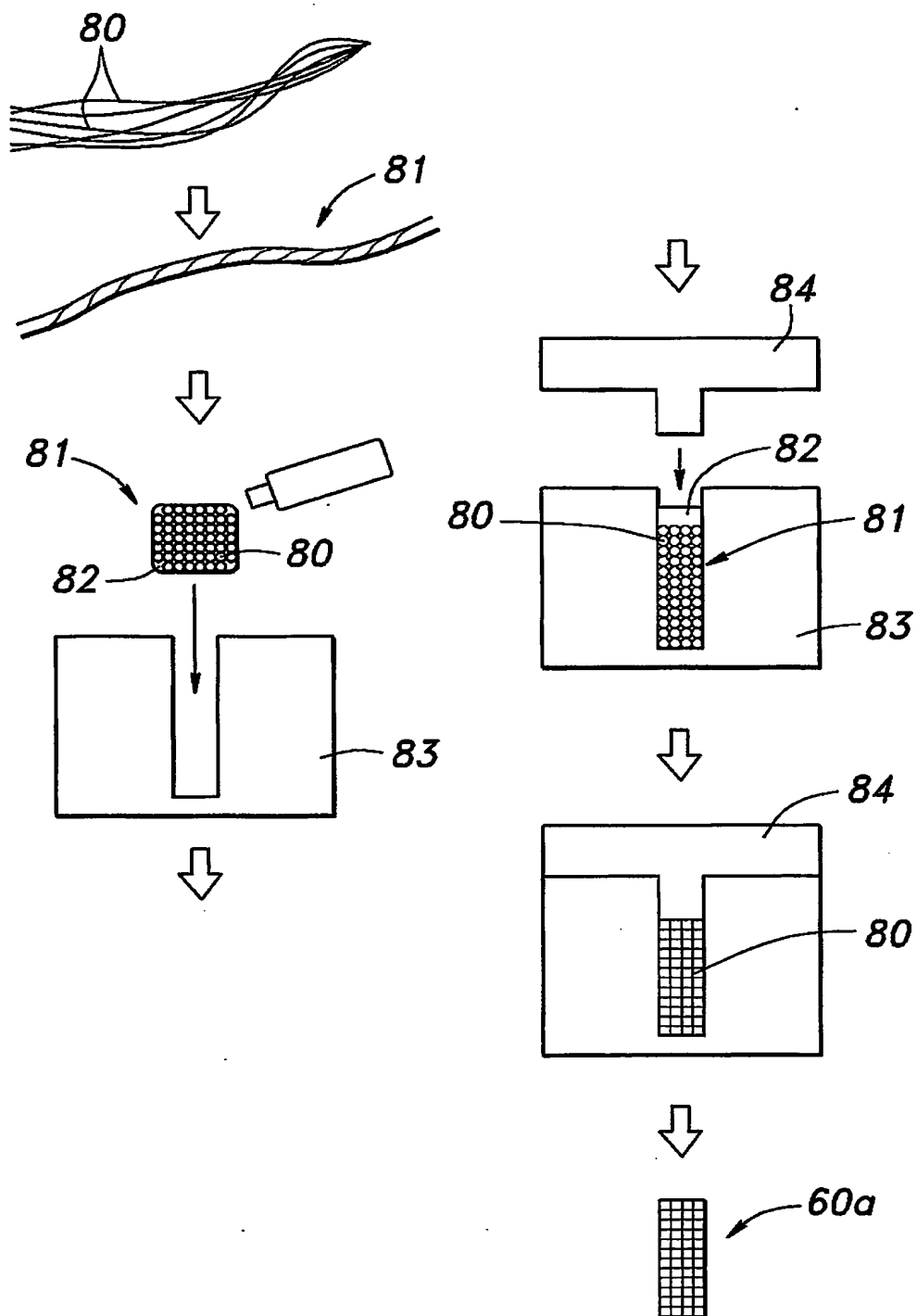


【図 21】





【図 22】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 銅損の大幅な増加を生じることなく、高速回転域における損失を大幅に低減することが可能なスロットレス永久磁石式回転電機を提供すること。

【解決手段】 永久磁石（52）を有する概ね円筒形の回転子（53）と、回転子を囲繞する固定子鉄心（54）と、回転子と固定子鉄心との間に、回転子との間に隙間をあけて設けられた巻線（55）とを有するスロットレス永久磁石式回転電機であって、巻線は、隣接する巻きが回転子の周方向に部分的に重なり合うようにずれて全体的に周方向に延在しており、且つ、巻線は長寸の断面を有する導体（60、60a、60b）からなり、導体の断面の長手方向軸が半径方向に沿って配置されていることを特徴とするスロットレス永久磁石式回転電機を提供する。

【選択図】 図7

特願 2002-328951

出願人履歴情報

識別番号

[000005326]

1. 変更年月日  
[変更理由]

住 所  
氏 名

1990年 9月 6日

新規登録

東京都港区南青山二丁目1番1号  
本田技研工業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**